

(2)



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 101 14 273 C 2

41 Int. Cl.⁷:
B 60 K 28/16
B 60 T 8/32
F 02 D 45/00

21 Aktenzeichen: 101 14 273.0-21
22 Anmeldetag: 23. 3. 2001
43 Offenlegungstag: 2. 10. 2002
19 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 6. 2. 2003

DE 101 14 273 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Munnix, Pascal, 81929 München, DE

74 Vertreter:

PAe Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR, 80801 München

72 Erfinder:

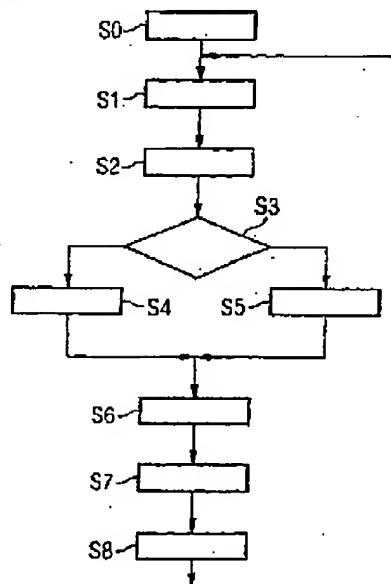
gleich Patentinhaber

58 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 39 38 444 C1
DE 38 27 884 A1

34 Regelungsverfahren zum Regeln eines Antriebsmoments

35 Regelungsverfahren zur Regelung eines Antriebsmoments durch einen Regler, mit den folgenden Schritten, nämlich:
Bestimmen einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v) eines Fahrzeugs; Bestimmen eines Gaspedalstellungswinkels (α_{GP}) und einer Getriebeübersetzung (\ddot{u}); Auslesen eines abgespeicherten Motordrehmoments ($MP1$) aus einem in dem Regler vorgesehenen Kennlinienfeld (KFB) in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit (v), dem Gaspedalstellungswinkel (α_{GP}) und der Getriebeübersetzung (\ddot{u}), wobei das in dem Kennlinienfeld (KFB) abgespeicherte Soll-Motordrehmoment ($MP1$) mit zunehmendem Gaspedalstellungswinkel (α_{GP}) höhere Datenwerte und mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit (v) niedrigere Datenwerte aufweist und Berechnen eines Motorsoll-Drehmoments (M_{soll}) in Abhängigkeit von dem ausgelesenen Motordrehmoment ($MP1$) zur Ansteuerung eines Fahrzeugmotors.



DE 101 14 273 C 2

DE 101 14 273 C 2

1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Regelungsverfahren zum Regeln eines Antriebsmoments von Fahrzeugen, die über offene Sperrdifferentialen verfügen. Insbesondere eignet sich das erfindungsgemäße Regelungsverfahren für Geländefahrzeuge mit Allradantrieb.

[0002] Die DE 38 27 884 A1 beschreibt eine Dosiereinrichtung für die Betriebsmittelzufuhr eines Kraftfahrzeugmotors. Mittels eines Pedals wird ein Geber betätigt, der ein entsprechendes Signal abgibt. In einem Rechner, dem ein Drehzahl des Motors entsprechendes Signal und den Radgeschwindigkeiten entsprechende Signale zugeführt werden, wird ein Sollsignal in ein Pedal-Sollmomentensignal umgewandelt. Der Rechner enthält hierzu einen Speicher in dem ein Kennlinienfeldantriebsmoment in Abhängigkeit von der Drosselklappenstellung mit der Motordrehzahl und der Gangstufe als Parameter abgespeichert ist. Der Rechner ermittelt aus der Motordrehzahl und aus der in Abhängigkeit von den Radgeschwindigkeiten berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit die geschaltete Gangstufe. Anschließend berechnet der Rechner das Minimum aus Pedal-sollmomentensignal und einem ermittelten ASR-Sollmomentensignal und erzeugt ein Ausgangssignal, das dem Drosselklappenstellungswinkel, der bei der gegebenen Drehzahl und der gewählten Gangstufe das gewünschte Antriebsmoment erzeugt, entspricht.

[0003] Die DE 39 38 444 C1 beschreibt ein Verfahren zur Regelung eines Antriebsschlupfes. Ein Antriebsmoment wird in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und einer Einspritzmenge bestimmt.

[0004] Fahrzeuge für schwieriges Gelände bzw. Off-Road-Fahrzeuge, verfügen über bis zu drei Sperrdifferentialen, um eine gute Traktion und einfache Geschwindigkeitssteuerung zu ermöglichen. Durch die Sperrdifferentialen wird das Antriebsmoment automatisch an den Fahrzeugrädern abgesetzt, die mehr Antriebsmoment auf den Boden übertragen können. Im Gegensatz zu Fahrzeugen mit offenen Differentialen sind für eine bessere Haftung der Räder keine Bremseneingriffe notwendig, so dass das gesamte Motormoment für den Vortrieb zur Verfügung steht. Bei einem voll gesperrten Allradsystem vermittelt das Verhalten des Gaspedals dem Fahrer im schwierigen Gelände das gleiche Gefühl wie bei einer normalen Straßenfahrt. Bei einer bestimmten Gaspedalstellung steigt in der Regel das abgesetzte Antriebsmoment automatisch, wenn das Fahrzeug langsamer wird. Wird beispielsweise das Fahrzeug bei einer Bergabfahrt schneller, wird das Antriebsmoment vermindert oder sogar negativ. Der Fahrer ist somit in der Lage, die Fahrzeuggeschwindigkeit in gewohnter Weise zu beeinflussen, da das Fahrzeug auch im schwierigen Gelände genauso reagiert wie bei einer normalen Straßenfahrt.

[0005] Ein voll gesperrtes Allradsystem hat jedoch den Nachteil, dass der Einbau in das Fahrzeug relativ kostspielig ist. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass bei einem voll gesperrten Allradsystem keine ABS-Funktionen (ABS: Anti-Blockier-System) möglich sind. Beim ABS-System wird beim Bremsen der Bremsdruck jedes Rades entsprechend einer Haftfähigkeit auf der Fahrbahn so geregelt, dass ein Blockieren der Räder verhindert wird.

[0006] Ein weiterer Nachteil von voll gesperrten Allradsystemen besteht darin, dass auch keine ESP-Funktionen möglich sind. Bei ESP-Systemen erfolgt ein geregelter Bremseneingriff zur Fahrzeugstabilisierung beispielsweise durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder, bis diese Räder nahezu stillstehen. Bei Allradfahrzeugen mit vierfacher Bremseneingriff ohne Sperrung wird bei Fahrt in schwerem Gelände die Sperrfunktion durch selektiven Bremsenein-

2

griff übernommen. Verliert ein Fahrzeugrad an Bodenhaftung, dann können bei einem offenen Allradsystem die übrigen Fahrzeugräder das Antriebsmoment nur noch entsprechend den Momentenverteilungen absetzen, d. h. bei einer gleichmäßigen Momentenverteilung auf beide Fahrzeugseiten können die verbleibenden Fahrzeugräder nur noch so viel Drehmoment absetzen, wie an dem begrenzenden Fahrzeugrad abgesetzt wird. Dies bedeutet, dass in einem Extremfall, wenn ein Fahrzeugrad völlig in der Luft hängt und somit überhaupt kein Antriebsmoment überträgt, die übrigen drei Fahrzeugräder ebenfalls kein Drehmoment übertragen können. Mittels selektivem Eingriff der Fahrzeugbremsen wird in diesem Falle das in der Luft hängende durchdrehende Fahrzeugrad abgebremst, so dass die übrigen Fahrzeugräder wieder ein Antriebsmoment auf den Boden absetzen können. Das an dem durchdrehenden Fahrzeugrad abgelegte Bremsmoment geht jedoch für den Fahrzeugantrieb verloren.

[0007] Die Fig. 1 zeigt beispielhaft das Verhalten eines Fahrzeugs mit Zweiradantrieb, offenem Differential nach dem Stand der Technik. Zum Zeitpunkt T_0 bewegt sich das Fahrzeug bei konstanter Gaspedalstellung und entsprechender Fahrzeuggeschwindigkeit. Zum Zeitpunkt T_1 steigt bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel der Fahrwiderstand an. Der Fahrwiderstand kann beispielsweise durch eine leichte Bodensteigung zunehmen oder die Fahrzeugräder treffen auf ein Bodenhindernis. Wie in Fig. 1a zu sehen, sinkt die Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeugs und die Motordrehzahl fällt ab. Das Motordrehmoment nimmt wie aus Fig. 1b zu erkennen zu. Zum Zeitpunkt T_2 verliert bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel das linke Fahrzeugrad die Bodenhaftung aufgrund von Glätteis. Das linke Rad dreht in diesem Falle durch und wegen des offenen Sperrdifferentials steigt die Radgeschwindigkeit V_L des linken Fahrzeugrades an. Da das Sperrdifferential offen ist, kann das rechte Rad nicht mehr Drehmoment absetzen. Zum Zeitpunkt T_3 weist das Fahrzeug ein stehendes rechtes Fahrzeugrad und ein schreibendes bzw. durchdrehendes linkes Fahrzeugrad auf. Der Fahrer erkennt die Situation und gibt zum Zeitpunkt T_4 mehr Gas. Der Gaspedalstellungswinkel α_{GP} nimmt zu. Hierdurch dreht das linke Fahrzeugrad immer schneller durch, d. h. die Radgeschwindigkeit V_L des linken Fahrzeugrades steigt an. Zum Zeitpunkt T_5 ist die Differenz zwischen der Radgeschwindigkeit des linken Fahrzeugrades V_L und der Radgeschwindigkeit des rechten Fahrzeugrades V_R so groß, dass sie einen bestimmten Schwellenwert überschreitet und ein selektiver Bremseneingriff durch das Bremsregelsystem ausgelöst wird. Der durch Aufbringen eines Bremsmoments M_B durchgeführte selektive Bremseneingriff bremst das linke Fahrzeugrad ab, so dass entsprechend mehr Antriebsmoment vom rechten Fahrzeugrad abgesetzt werden kann. Das Fahrzeug nimmt dann wieder Fahrt auf. Der Fahrer behält zum Zeitpunkt T_6 seine bisherige Gaspedalstellung bei, da das Fahrzeug die gewünschte Fahrzeuggeschwindigkeit aufweist. Zum Zeitpunkt T_7 hat das linke Fahrzeugrad die Glätteisstelle überwunden und gewinnt wieder Bodenhaftung. Das Bremsregelsystem löst den selektiven Bremseneingriff und das aufgebrauchte Bremsmoment nimmt ab.

[0008] Da zum Zeitpunkt T_8 das linke Fahrzeugrad nicht mehr abgebremst wird, wird das Antriebsmoment voll auf den Boden abgesetzt. Hierdurch erfolgt eine plötzliche Fahrzeugbeschleunigung. Diese wird zusätzlich dadurch verstärkt, dass die Motordrehzahl beim Greifen des linken Fahrzeugrades an Drehzahl verliert. Der Fahrer wird durch die Beschleunigung des Fahrzeugs überrascht, nimmt zwischen den Zeitpunkten T_9 und T_{10} Gas weg, d. h. der Gaspedalstellungswinkel α_{GP} nimmt ab bis die Fahrzeugge-

DE 101 14 273 C 2

3

schwindigkeit wieder die vom Fahrer gewünschte Fahrzeuggeschwindigkeit erreicht. Zum Zeitpunkt T_{11} korrigiert der Fahrer die Gaspedalstellung, um die von ihm gewünschte Fahrzeuggeschwindigkeit einzustellen.

[0009] Wie man aus Fig. 1 erkennen kann, ruft der selektive Bremseneingriff, der durch die Bremsregelung bewirkt wird, eine ungleichmäßige Fahrt hervor. Dies liegt daran, dass zwei Reglersysteme nebeneinander arbeiten, nämlich die Bremsregelung als Bremsenregler zur Regelung des selektiven Bremseneingriffs und der Fahrer selbst als Antriebsmomentenregler. Dabei sind die beiden Regler nicht aufeinander abgestimmt, da der Fahrer immer nur relativ langsam auf die Fahrzeugreaktionen, die aufgrund von veränderten Fahrzeughaltungsverhältnissen und den dadurch resultierenden Bremseneingriffen des Bremsreglers erfolgen, reagiert. Andererseits ist auch der Bremsregler abhängig von dem Fahrerverhalten. Solange der Fahrer beispielsweise bei einem durchdrehenden Fahrzeuggrad nicht zusätzlich Gas gibt, damit der Schwellenwert erreicht wird, kann auch kein selektiver Bremseneingriff durch den Bremsregler erfolgen.

[0010] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Regelungsverfahren zum Regeln eines Antriebsdrehmoments zu schaffen, das eine gleichmäßige Fahrzeugbewegung auch im schwierigen Gelände ermöglicht und das für den Fahrer leicht beherrschbar ist.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Regelungsverfahren mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0012] Die Erfindung schafft ein Regelungsverfahren zum Regeln eines Antriebsdrehmoments durch einen Regler mit den folgenden Schritten, nämlich

Bestimmen einer Fahrzeuggeschwindigkeit eines Fahrzeugs,

Bestimmen eines Gaspedalstellungswinkels und einer Getriebeübersetzung,

Auslesen eines Motordrehmoments aus einem in dem Regler abgespeicherten Kennlinienfeld in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit, dem Gaspedalstellungswinkel und der Getriebeübersetzung,

wobei das in dem Kennlinienfeld abgespeicherte proportionale Motordrehmoment mit zunehmendem Gaspedalstellungswinkel höhere Werte und mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit niedrigere Werte aufweist,

Berechnen eines Soll-Motordrehmoments in Abhängigkeit von dem ausgelesenen proportionalen Soll-Drehmoment zur Ansteuerung eines Fahrzeugmotors,

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise bei Betätigen einer Fahrzeugbremse und/oder eines Kupplungspedals durch den Fahrer deaktiviert.

[0014] Bei einer alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens wird bei Betätigen der Fahrzeugbremse die von dem Fahrer gewünschte Bremskraft ermittelt und aus der ermittelten gewünschten Bremskraft ein Bremsmoment berechnet, das von dem Soll-Motordrehmoment subtrahiert wird.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Fahrzeuggeschwindigkeit mit einer Fahrzeugmindestgeschwindigkeit verglichen und bei Unterschreiten dieser Fahrzeugmindestgeschwindigkeit wird ein I-Regler aktiviert, der das Motordrehmoment erhöht, bis die Fahrzeuggeschwindigkeit die Fahrzeugmindestgeschwindigkeit wieder erreicht hat.

[0016] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens wird das Verfahren durch Betätigen einer Eingabeeinrichtung durch den Fahrer aktiviert oder deaktiviert.

[0017] Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens wird dieses beim Anfahren des

4

Fahrzeugs automatisch aktiviert und nach Beendigung des Anfahrens wieder deaktiviert.

[0018] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens wird das Regelungsverfahren nur bei einem eingelegten kleinen Schaltungsang aktiviert.

[0019] Im weiteren werden bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren zur Erläuterung erfindungswesentlicher Merkmale beschrieben.

[0020] Es zeigen:

[0021] Fig. 1 das Verhalten eines Fahrzeugs mit Bremsregelsystem nach dem Stand der Technik;

[0022] Fig. 2 ein Regelsystem zur Durchführung des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens;

[0023] Fig. 3 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens;

[0024] Fig. 4a, 4b Kennlinienfelder zur Durchführung des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens;

[0025] Fig. 5a, 5b, 5c das Verhalten eines Fahrzeugs, das mit dem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren geregelt wird.

[0026] Fig. 2 zeigt ein Regelsystem zur Durchführung des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens. Das Regelsystem 1 weist eine Erfassungseinheit 2 zur Erfassung eines Gaspedalstellungswinkels α_{GP} auf. Die Gaspedalwinkelerfassungseinheit 2 ist über eine Signalleitung 3 mit einem Signaleingang 4 einer Motorsteuerung 5 verbunden. Der Signaleingang 4 der Motorsteuerung 5 ist über eine Leitung 6 mit einem Eingang 7 eines Speichers 8 verbunden, in dem ein Kennfeld abgespeichert ist. Das Kennfeld gibt in Abhängigkeit von dem Gaspedalstellungswinkel α_{GP} ein Motordrehmoment M α_{GP} über einen Ausgang 9 ab.

Dieses ausgelesene Motordrehmoment M α_{GP} wird durch den Fahrer über das Gaspedal eingestellt und bedarf einer Korrektur, um ein gleichmäßiges Fahrverhalten zu gewährleisten. Der Ausgang 9 des Speichers 8 ist über eine Leitung 10 mit einem ersten Eingang 11 eines Summierglieds 12 verbunden. Das aus dem Speicher 8 ausgelesene Drehmoment M α_{GP} wird ferner über eine Leitung 13 einem Signaleingang 14 einer Bremsregelung 15 zugeführt. Die Bremsregelung 15 besitzt einen weiteren Signaleingang 16, der über eine Leitung 17 an einen Verzweigungsknoten 18 angeschlossen ist. Die Bremsregelung 15 erhält von der Erfassungseinheit 2 den Gaspedalstellungswinkel α_{GP} . Über einen weiteren Signaleingang 19 und eine Leitung 20 wird die Bremskraft F_B von einer Erfassungseinrichtung 21, die die Fahrerbremskraft auf das Bremspedal ermittelt, durch die Bremsregelung 15 empfangen. Eine Erfassungseinrichtung 51 erfasst eine Betätigung der Kupplung durch den Fahrer und gibt ein Erfassungssignal über eine Leitung 52 an die Bremsregelung 15 ab. Eine Erfassungseinrichtung 22 ermittelt die Getriebeübersetzung i und die Fahrzeuggeschwindigkeit V des Fahrzeugs und gibt diese über eine Signalleitung 23 an einen Signaleingang 24 der Bremsregelung 15 ab. Die Bremsregelung 15 weist einen Steuerausgang 25 auf, der über eine Steuerleitung 26 mit einem Eingang 27 eines Hydrauliksteuerungsaggregats 28 verbunden ist. Das Hydrauliksteuerungsaggregat 28 steuert in Abhängigkeit von einem Steuersignal, das von der Bremsregelung 15 über die Steuerleitung 26 empfangen wird, über Leitungen 29 bis 32 die Bremsen 33 bis 36 für die Fahrzeugräder.

[0027] Die Bremsregelung 15 berechnet ein Motordrehmoment-Korrektursignal ΔM_{mot} in Abhängigkeit von den anliegenden Eingangsgrößen und gibt das Motordrehmoment-Korrektursignal ΔM_{mot} über einen Ausgang 37 und eine Leitung 38 an einen zweiten Eingang 39 des Summierglieds 12 ab. Das Summierglied 12 besitzt einen Signalaus-

DE 101 14 273 C 2

5

6

gang 40, der über eine Leitung 41 ein Soll-Motordrehmoment M_{soll} an einen Eingang 42 einer Motorsteuereinheit 43 abgibt. Die Motorsteuereinheit 43 stellt das Motordrehmoment entsprechend dem empfangenen Soll-Motordrehmoment M_{soll} beispielsweise durch Ansteuerung einer Drosselklappe eines Fahrzeugmotors 44 ein. Hierzu gibt die Motorsteuereinheit 43 über einen Steuerausgang 45 und die Steuerleitung 46 ein Drosselklappensteuersignal an einen Signaleingang 47 des Fahrzeugmotors 44 ab. Das von der Motorsteuereinheit 43 eingestellte Motordrehmoment M_{motor} wird gleichzeitig über einen Ausgang 48, eine Leitung 49 an einen Signaleingang 50 der Bremsregelung 15 rückgemeldet. [0028] Die Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens. [0029] Nach einem Startschritt S_0 wird in einem Schritt S_1 eine minimale Fahrzeugollgeschwindigkeit V_{minoll} aus einem Datenkennfeld KFA ausgelesen, das in der Bremsregelung 15 für alle Getriebsübersetzungen u abgespeichert ist. [0030] Das Datenkennfeld KFA ist in Fig. 4a dargestellt.

$$V_{minoll} = F_1(\alpha_{GP}, F_B, u) \quad (1)$$

wobei α_{GP} der Gaspedalstellungswinkel, F_B die Kraft des Fahrers auf das Bremspedal, u die eingestellte Übersetzung des Getriebes ist.

[0031] Beim Schritt S_2 wird ein proportionaler Anteil MP_1 des Motordrehmoments aus einem weiteren Datenkennfeld KFB der Bremsregelung 15 ausgelesen.

[0032] Die Fig. 4b zeigt das entsprechende Datenkennfeld KFB mit einem P-Regler.

$$MP_1 = F_2(\alpha_{GP}, v, u) \quad (2)$$

[0033] Das in Fig. 4b dargestellte Datenkennfeld KFB gibt das Motordrehmoment MP_1 in Abhängigkeit von den Gaspedalstellungswinkel α_{GP} , der Fahrzeuggeschwindigkeit v und der Übersetzung u an. Bei einer steigenden Fahrzeuggeschwindigkeit v nimmt das Motordrehmoment MP_1 ab. Mit zunehmendem Gaspedalstellungswinkel α_{GP} nimmt das Motordrehmoment MP_1 hingegen zu. Ist die Fahrzeuggeschwindigkeit v Null, und steht das Fahrzeug somit still, ist das Motordrehmoment MP_1 0, wenn der Fahrer kein Gas gibt, d. h. der Gaspedalstellungswinkel α_{GP} ebenfalls Null ist. Bei einer maximal möglichen Fahrzeuggeschwindigkeit V_{max} in dem eingelegten Gang und bei einem maximalen Gaspedalstellungswinkel α_{max} von 100% wird das maximal mögliche Motordrehmoment $M_{motor,max}$ ausgelesen.

[0034] Ist der Gaspedalstellungswinkel α_{GP} Null, folgt die Kennlinie des Motordrehmoments MP_1 vorzugsweise einer Schubkennlinie. Kann ein bestimmtes Schubdrehmoment nicht abgesetzt werden, weil beispielsweise ein Rad abhebt, dann greifen die Bremsen derart ein, dass sie das fehlende Motorschubdrehmoment übernehmen oder das abgegebene, gegebenenfalls rückwärtsdrehende Rad nahezu zum Stillstand abbremsen.

[0035] Die in dem Datenkennfeld von Fig. 4b dargestellten Kennlinien sind bei konstanter Gaspedalwinkelstellung α_{GP} und zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit V monoton abfallend. Bei dem in Fig. 4b dargestellten Datenkennfeld KFB fallen die Kennlinien linear ab. Jedoch ist dies nicht zwingend erforderlich. Beliebig monoton abfallende Kennlinienverläufe sind möglich.

[0036] Falls ein Fahrzeugrad durchdreht und somit die Anzahl der Umdrehungen dieses Rades stark ansteigt, sinkt die Fahrzeuggeschwindigkeit v des Fahrzeugs ab und das Motordrehmoment MP_1 nimmt zu. Die Fahrzeuggeschwindigkeit v dient somit als Referenzgröße. Dies hat den Vorteil, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit V letztendlich auch

die gewünschte Zielgröße für den Fahrer darstellt. Während bei herkömmlichen Regelungen sich das Antriebsmotordrehmoment verringert, wenn ein Fahrzeugrad durchdreht und somit die Fahrzeuggeschwindigkeit V beeinflusst wird, was wiederum den Fahrer zu einer Korrektur der Gaspedalstellung zwingt, braucht bei dem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren der Fahrer die Gaspedalstellung nicht zu verändern. Hierdurch wird das Fahrverhalten für den Fahrer komfortabler und leichter steuerbar.

[0037] Aufgrund der monoton abfallenden Kennlinien in dem Datenkennfeld KFB, wie es in Fig. 4b dargestellt ist, ist die Regelung für den Fahrer stabil. Dabei sind die monoton abfallenden Kennlinien des in Fig. 4b dargestellten Datenkennfeldes KFB derart ausgelegt, dass es für den Fahrer einfach ist, die Fahrzeuggeschwindigkeit V zu ändern, da ein natürliches Gaspedalverhalten vermittelt wird. Das natürliche Gaspedalverhalten zeichnet sich dadurch aus, dass der Motorantrieb ohne Zeitverzögerungen auf die Fahrervorgaben reagiert und diesem subjektiven Empfinden nach demjenigen Verhalten entspricht, das der Fahrer bei einer Fahrt auf einer normalen Straße her gewohnt ist.

[0038] Der im Schritt S_2 aus dem in Fig. 4b dargestellten Datenkennfeld KFB ausgelesene proportionale Anteil MP_1 des Motordrehmoments wird zur späteren Berechnung des Motordrehmoment-Korrekturwertes ΔM_{kor} zwischengespeichert.

[0039] In einem Schritt S_3 wird die Fahrzeuggeschwindigkeit v mit der aus dem in Fig. 4a dargestellten Datenkennfeld KFA ausgelesenen minimalen Fahrzeugollgeschwindigkeit V_{minoll} verglichen. Ist die Fahrzeuggeschwindigkeit v kleiner als die minimale Fahrzeugollgeschwindigkeit V_{minoll} , wird das Motordrehmoment mittels eines Integralreglers in einem Schritt S_4 erhöht.

$$MI = MI + \Delta MI \quad (3)$$

[0040] Wobei MI im Schritt S_0 initialisiert wurde.

[0041] Falls umgekehrt in dem Schritt S_3 festgestellt wird, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit V über der minimalen Fahrzeugollgeschwindigkeit V_{minoll} liegt, wird der integrale Motordrehmomentanteil MI in einem Schritt S_5 solange reduziert, bis er den Wert Null erreicht.

$$MI = \text{Max}(0, MI - \Delta MI) \quad (4)$$

[0042] In einem Schritt S_6 werden anschließend bei durchdrehenden Rädern durch den Bremsregler 15 die zur Kompensation der Durchdrehens notwendigen Bremsdrücke p_i zum Bremsengriff ermittelt und in Abhängigkeit von diesen ermittelten Bremsdrücken p_i wird ein weiterer proportionaler Motordrehmomentanteil MP_2 durch den Bremsregler 15 berechnet, um ein Absinken des abgesetzten Antriebsmoments auszugleichen.

$$MP_2 = \sum K_i(v) p_i \quad (5)$$

[0043] In einem Schritt S_7 wird ein Soll-Motordrehmoment M_{soll} berechnet:

$$M_{soll} = MI + MP_1 + MP_2 \quad (6)$$

[0044] Wenn der Fahrer zusätzlich eine Bremskraft F_B ausübt, dann wird das Regelungsverfahren deaktiviert, wobei ein der ausgeübten Bremskraft F_B entsprechendes negatives reales Antriebsmoment mittels des Hydrauliksteuerorgans 28 auf die Räder aufgebracht wird. Bei einer weiteren alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens wird bei einer durch den Fahrer ausge-

DE 101 14 273 C 2

7

übten Bremskraft F_B von dem im Schritt S7 berechneten Soll-Motordrehmoment M_{Soll} ein der ausgeübten Bremskraft F_B entsprechender negativer Drehmomentwert durch den Bremsregler 15 aufaddiert.

[0045] In einem Schritt S_8 wird ein Motordrehmoment-Korrekturwert ΔM_{mot} in Abhängigkeit von dem im Schritt S7 berechneten Soll-Motordrehmoment M_{Soll} und dem aus dem Speicher 8 ausgelesenen Motordrehmoment M_{OGP} berechnet:

$$\Delta M_{\text{mot}} = M_{\text{Soll}} - M_{\text{OGP}} \quad (7)$$

[0046] Den Motordrehmoment-Korrekturwert ΔM_{mot} gibt die Bremsregelung 15 über die Leitung 38 an die Summiererschaltung 12 ab.

[0047] Die Fig. 5a bis 5c zeigen beispielhaft das Fahrverhalten eines Fahrzeugs mit Zweiradantrieb, einem offenem Differential und Bremsregler, bei dem das erfindungsgemäße Regelungsverfahren eingesetzt wird.

[0048] Zum Zeitpunkt T_0 fährt das Fahrzeug mit konstanter Fahrzeuggeschwindigkeit und Gaspedalstellung auf einer geraden Strecke.

[0049] Zum Zeitpunkt T_1 wird der Fahrwiderstand aufgrund eines Hindernisses oder einer Geländesteigung höher und die Radgeschwindigkeit der rechten und linken Fahrzeugräder sinkt ab. Durch die Reduzierung der Motordrehzahl steigt das Antriebsdrehmoment M an. Das Fahrzeug fährt in diesem Falle mit einer etwas niedrigeren Fahrzeuggeschwindigkeit v weiter.

[0050] Im Zeitpunkt T_2 verliert bei dem dargestellten Beispiel das linke Fahrzeugrad die Bodenhaftung. Eine Umverteilung des Drehmoments auf das andere Fahrzeugrad erfolgt bei dem offenen Sperrdifferential dadurch, dass das linke Fahrzeugrad abgebremst wird und gleichzeitig das Motordrehmoment derart erhöht wird, dass dieser Bremseneingriff kompensiert wird. Damit der Bremseneingriff aktiviert werden kann, wird bei sehr niedriger Fahrzeuggeschwindigkeit die Raddrehzahl mittels des Integralreglers erhöht. Das Motordrehmoment M_{mot} wird solange erhöht, bis der Bremseneingriff kompensiert ist und bis das abgesetzte Antriebsmoment demjenigen Drehmoment entspricht, das bei einem gesperrten Sperrdifferential vorhanden wäre. Der Fahrer braucht bei einem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren die Gaspedalstellung hierzu nicht ändern, wie man aus Fig. 5c erkennen kann. Die Bremsregelung 15 gibt an die Motorsteuerung 5 einen einzustellenden Drehmomenten-Offsetwert bzw. Motordrehmoment-Korrekturwert ΔM_{mot} ab. In Fig. 5c ist gestrichelt das Einstellsignal zur Erhöhung der Drosselklappenstellung innerhalb des Fahrzeugmotors 44 dargestellt.

[0051] Wenn zum Zeitpunkt T_4 das Fahrzeugrad wieder greift, wird die Bremse geöffnet und das Bremsmoment M_B fällt auf Null ab, wie man in Fig. 5b erkennen kann. Gleichzeitig wird das Motordrehmoment entsprechend der Reduzierung des Bremsmoments M_B wieder abgesenkt.

[0052] Aus Sicherheitsgründen führt bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens die Betätigung der Fahrzeugbremse durch den Fahrer zu einer Deaktivierung des Regelungsverfahrens. Bei einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens wird das Regelungsverfahren nur bei niedrigen eingelegten Schaltungsgängen aktiviert. Bei einer weiteren Ausführungsform wird das erfindungsgemäße Regelungsverfahren beim Anfahren des Fahrzeugs automatisch aktiviert und sobald der Anfahrvorgang beendet ist, wird das Regelungsverfahren wieder passiviert bzw. deaktiviert. Dies erleichtert insbesondere das Anfahren an einem Berg bei schwierigen Haftbedingungen, wie Glatteis.

8

[0053] Wenn im Schubbetrieb der Fahrzeugmotor nicht mehr in der Lage ist, das vorgegebene Schubmoment abzusetzen, wird das fehlende Schubmoment über die Bremsen eingestellt. Beglückt in dieser Situation ein Fahrzeugrad zuutschen und hebt ab, kann durch das andere Fahrzeugrad das Schubmoment nicht aufrecht erhalten werden. Die erfindungsgemäße Bremsregelung bewirkt in diesem Falle, dass die noch greifenden Fahrzeugräder ein höheres Bremsmoment über die Bremsen erhalten und übertragen.

[0054] Die Bremsleitung P der greifenden Räder kann gesenkt werden, indem man die im Schubbetrieb gegebenenfalls rückwärtsdrehenden Räder nahezu zum Stillstand abbremsst, um eine Überhitzung der Bremsen zu verhindern.

[0055] Unterschreitet bei dem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren die Fahrzeuggeschwindigkeit V eine vorgegebene Minimal-Sollgeschwindigkeit V_{minSoll} , wird ein I-Regler aktiviert. Das Motordrehmoment steigt dann solange an, bis die Fahrgeschwindigkeit V die Fahrzeugmindestgeschwindigkeit wieder erreicht hat. Dies führt dazu, dass bei einer langsamen Fahrt und bei durchdrehendem Fahrzeugrad der Fahrer bei dem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren nicht selber eingreifen muss, damit die Weiterfahrt ermöglicht wird.

[0056] Erfolgt bei dem in Fig. 3 dargestellten erfindungsgemäßen Regelungsverfahren ein Eingriff der Bremsen an einem durchdrehenden Fahrzeugrad, dann erfolgt synchron zum Eingriff der Bremsen eine Anhebung des Motordrehmoments. Durch diese Anhebung wird das Bremsmoment weitestgehend kompensiert, so dass das abgesetzte Antriebsmoment in etwa konstant bleibt. Aus Sicherheitsgründen wird bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens durch die Bremsmomentenkomensation nur ein Teil des verlorenen Antriebsmoments kompensiert. Hierbei ist der Teil des kompensierten Antriebsmoments vorzugsweise von der Geschwindigkeit abhängig. Beispielsweise erfolgt bei einem Stillstand des Fahrzeugs eine volle Bremsmomentenkomensation und mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit V wird die Bremsmomentenkomensation geringer. Bei Überschreiten einer bestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit V wird dann die Bremsmomentenkomensation vollständig abgeschaltet.

[0057] Durch das erfindungsgemäße Regelungsverfahren verhält sich das Fahrzeug gegenüber Gaspedalveränderungen, die durch den Fahrer vorgenommen werden, ähnlich wie bei einem voll gesperrten Allradsystem. Das erfindungsgemäße Regelungsverfahren funktioniert sowohl bei Bergabfahrt als auch bei Bergaufahrt. Gleichzeitig ermöglicht das erfindungsgemäße Regelungsverfahren, dass Stabilisierungsfunktionen wie ABS oder RSP aktivierbar sind. Das erfindungsgemäße Regelungsverfahren benötigt dabei keine kostenintensiven Sperrdifferentiale. Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens kann der Fahrer selbst das Regelungsverfahren über eine Eingabevorrichtung, beispielsweise über einen Taster, aktivieren bzw. deaktivieren. Das erfindungsgemäße Regelungsverfahren ist auch bei Fahrzeugen mit Sperrdifferentialen einsetzbar.

Patentansprüche

1. Regelungsverfahren zur Regelung eines Antriebsmoments durch einen Regler, mit den folgenden Schritten:

- (a) Bestimmen einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v) eines Fahrzeugs;
- (b) Bestimmen eines Gaspedalstellungswinkels (α_{GP}) und einer Getriebeübersetzung (i);
- (c) Auslesen eines abgespeicherten Motordreh-

DE 101 14 273 C 2

9

10

moments (MP1) aus einem in dem Regler vorgesehenen Kennlinienfeld (KFB) in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit (v), dem Gaspedalstellungswinkel (α_{GP}) und der Getriebeübersetzung (U);

wobei das in dem Kennlinienfeld (KFB) abgespeicherte Motordrehmoment (MP1) mit zunehmendem Gaspedalstellungswinkel (α_{GP}) höhere Datenwerte und mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit (v) niedrigere Datenwerte aufweist; (d) und Berechnen eines Soll-Motordrehmoments (M_{soll}) in Abhängigkeit von dem ausgelassenen Motordrehmoment (MP1) zur Ansteuerung eines Fahrzeugmotors,

2. Regelungsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Betätigen einer Fahrzeugbremse und/oder eines Kupplungspedals durch den Fahrer das Regelungsverfahren deaktiviert wird.

3. Regelungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Betätigen einer Fahrzeugbremse und/oder eines Kupplungspedals die Bremskraft (F_B) ermittelt wird, und aus der ermittelten Bremskraft (F_B) ein Bremsmoment berechnet wird, das von dem Soll-Motordrehmoment (M_{soll}) zumindest teilweise subtrahiert wird.

4. Regelungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) mit einer Fahrzeugmindestgeschwindigkeit (v_{min}) verglichen und bei Unterschreiten der Fahrzeugmindestgeschwindigkeit (v_{min}) ein Integral-Regler aktiviert wird, der das Motordrehmoment erhöht, bis die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) die Fahrzeugmindestgeschwindigkeit (v_{min}) erreicht.

5. Regelungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Regelungsverfahren durch Betätigen einer Eingabeinrichtung durch den Fahrer aktiviert und deaktiviert wird.

6. Regelungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Regelungsverfahren beim Anfahren des Fahrzeugs automatisch aktiviert wird.

7. Regelungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Regelungsverfahren nur bei einem eingelegten kleinen Schallungsang aktiviert wird.

8. Regelungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) in Abhängigkeit von sensorisch erfassten Radgeschwindigkeiten der Fahrzeugräder bestimmt wird.

9. Regelungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an jedes durchdrehende Fahrzeugrad durch ein Hydrauliksteuergaggregat (28) ein Bremsmoment angelegt wird, wobei das hierdurch reduzierte Antriebsmoment durch eine entsprechende Erhöhung des Motordrehmoments (MP2) zumindest teilweise kompensiert wird.

10. Regelungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugmindestgeschwindigkeit (v_{min}) von dem Gaspedalstellungswinkel (α_{GP}) und/oder der Bremskraft (F_B) abhängig und in einem weiteren Kennlinienfeld (KFA) abgespeichert wird.

11. Regelungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Schubbetrieb, wenn das vorgegebene Schubmoment durch den Fahrzeugmotor (44) nicht abgebar ist, das fehlende Schubmoment über die Bremsen eingestellt

wird.

12. Regelungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Schubbetrieb ein rückwärts drehendes Fahrzeugrad nahezu bis zum Stillstand abgebremst wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

Int. Cl. 7:

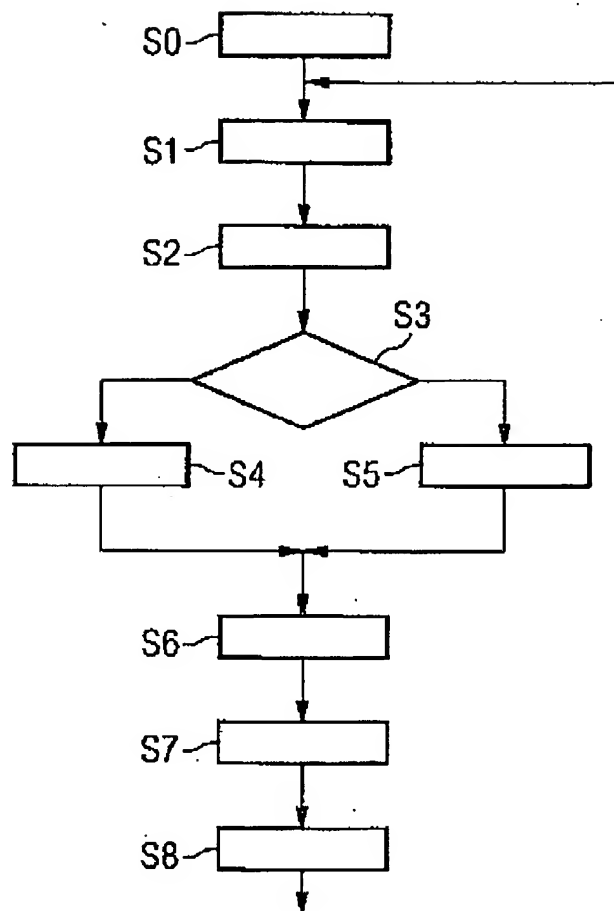
Veröffentlichungstag:

DE 101 14 273 C2

B 60 K 28/16

6. Februar 2003

FIG 3



202 660/126

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:
Int. Cl. 7:
Veröffentlichungstag:

DE 101 14 273 C2
B 60 K 28/16
6. Februar 2003

Stand der Technik

FIG 1a

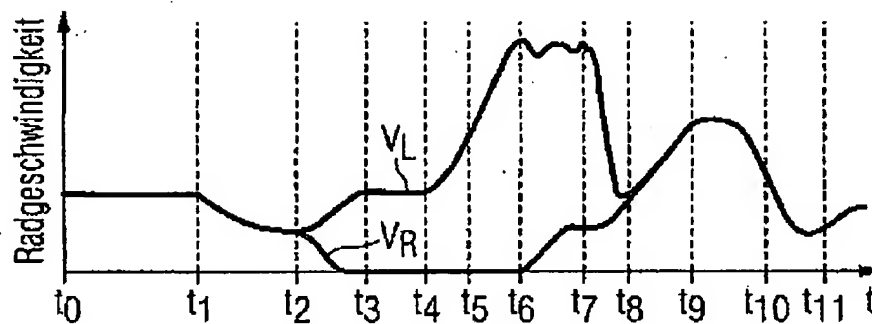


FIG 1b

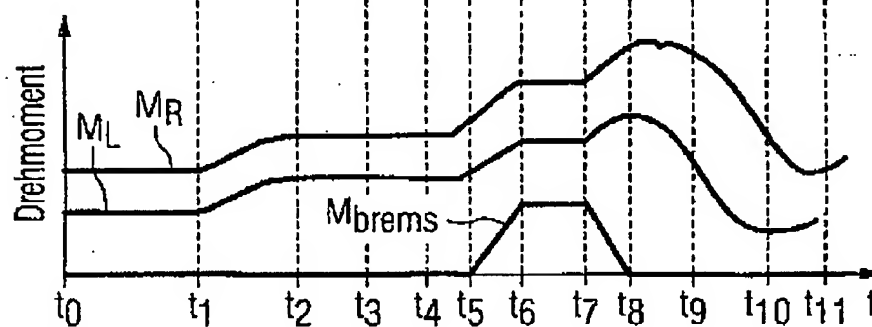
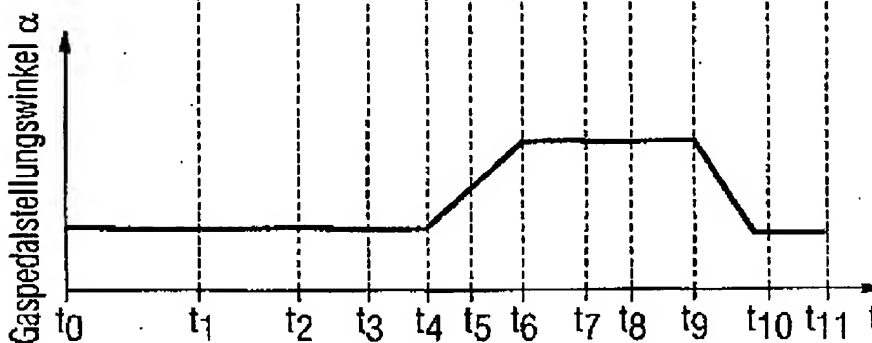


FIG 1c



202 660/126

ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:

Int. Cl. 7:

Veröffentlichungstag:

DE 101 14 273 C2

B 60 K 28/18

6. Februar 2003

FIG 4a

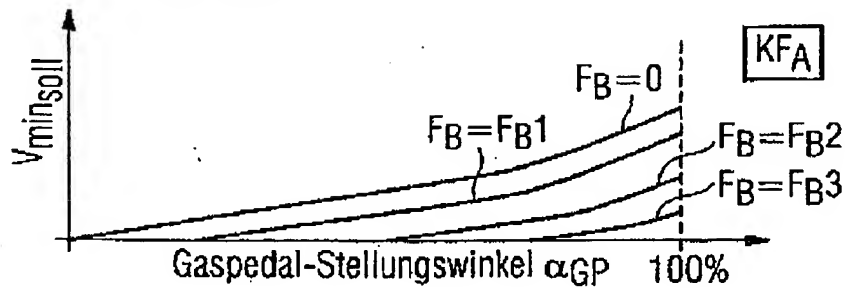
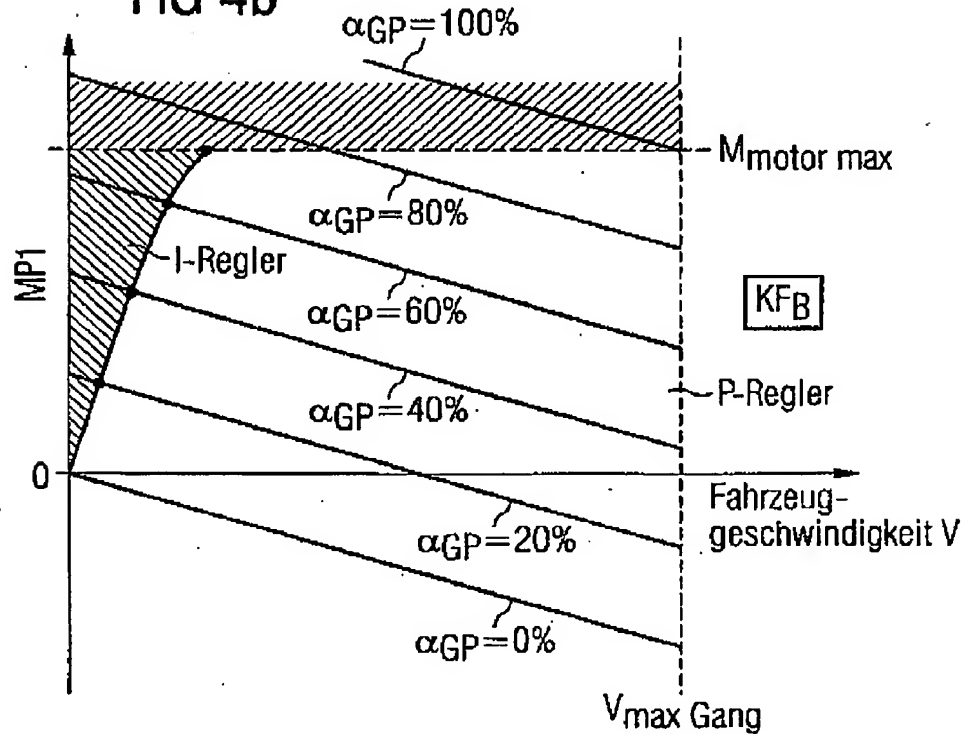


FIG 4b



202 660/128

ZEICHNUNGEN SEITE 5.

Nummer:

DE 101 14 273 C2

Int. Cl.7:

B 60 K 28/16

Veröffentlichungstag:

6. Februar 2003

FIG 5a

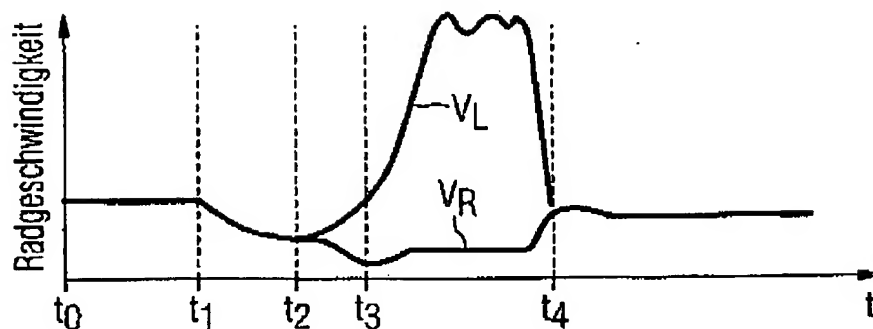


FIG 5b

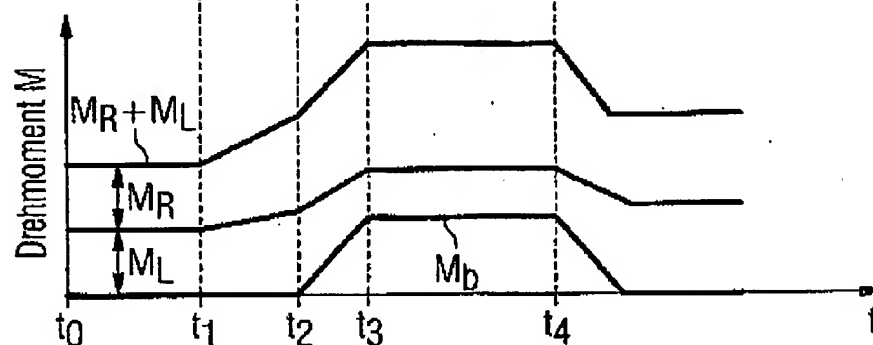
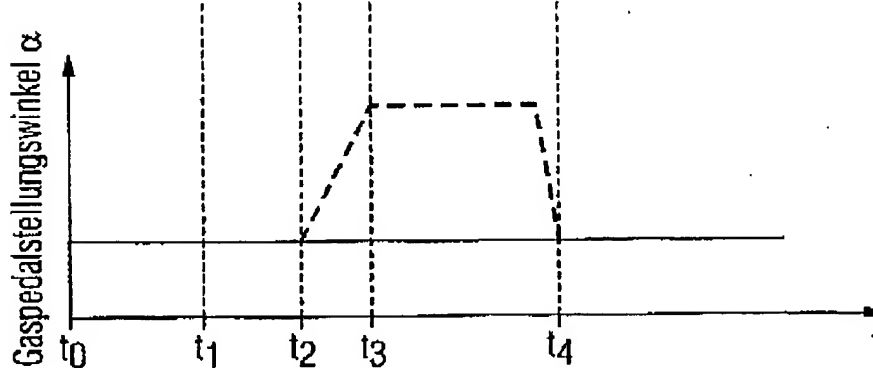


FIG 5c



202 660/126